



⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 198 59 036 A 1

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
B 60 R 16/04

⑲ Aktenzeichen: 198 59 036.9  
⑳ Anmeldetag: 24. 12. 1998  
㉑ Offenlegungstag: 29. 6. 2000

DE 198 59 036 A 1

⑦ Anmelder:  
AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE

⑦ Erfinder:  
Winkler, Josef, Dipl.-Ing. (FH), 85110 Kipfenberg,  
DE; Wolf, Norbert, Dipl.-Ing., 85055 Ingolstadt, DE;  
Hafkemeyer, Marcus, Dipl.-Ing. (FH), 85049  
Ingolstadt, DE

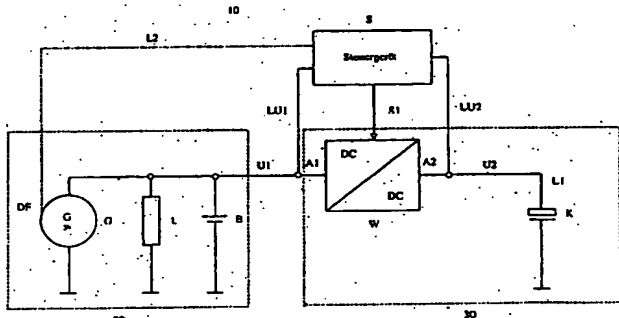
⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 28 48 556 C2  
DE 197 49 548 A1  
DE 197 09 298 A1  
EP 05 33 037 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Bordnetz für ein Kraftfahrzeug

⑤⑤ Bei einem Bordnetz für ein Kraftfahrzeug mit einem Primärsystem, bestehend aus einem Generator, einer Bordnetzbatte und mindestens einem Verbraucher, ist ein Sekundärsystem (30) parallel geschaltet, das einen ansteuerbaren DC/DC-Wandler (W) aufweist, der mit einem Superkondensator (K) verbunden ist. Der Superkondensator (K) wird je nach Betriebszustand des Kraftfahrzeuges geladen bzw. entladen. Bei ungünstigen Betriebsbedingungen kann die im Superkondensator gespeicherte Energie dem Bordnetz zur Verfügung gestellt werden. Dadurch wird die Belastung der Bordnetzbatte verringert.



DE 198 59 036 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Bordnetz für ein Kraftfahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Zur Energieversorgung eines Bordnetzes für ein Kraftfahrzeug dient in der Regel ein Generator, der vom Verbrennungsmotor des Fahrzeuges angetrieben wird. Neben dem Generator als Energielieferant ist eine Bordnetzbatte-  
rie als zusätzlicher Energiespeicher notwendig. Diese Bordnetzbatte-  
rie wird hauptsächlich beim Startvorgang des Verbrennungsmotors belastet.

Bei heutigen Kraftfahrzeugen nimmt die Anzahl der elektrischen Verbraucher im Fahrzeug immer mehr zu. Neben den herkömmlichen elektrischen Verbrauchern wie z. B. Gebläse, Scheinwerfer, Radio etc. treten zukünftig TV, Fax usw., außerdem steigt auch die Anzahl der Elektronik-Komponenten (Steuergeräte) immer weiter an. Zur Aufrechterhaltung der Energieversorgung dieser Verbraucher müssen der Generator sowie die Bordnetzbatte-  
rie entsprechend ausgelegt werden. Bekannterweise ist die Leistungsabgabe des Generators abhängig von der Drehzahl des Verbrennungsmotors. Bei einer geringen Generatordrehzahl und einer Vielzahl eingeschalteter Verbraucher, reicht der Generator alleine zur Energieversorgung nicht mehr aus und die Bordnetzbatte-  
rie wird belastet und dabei entladen.

Je länger derartige ungünstige Betriebsbedingungen, geringe Generatordrehzahl sowie mehrere eingeschaltete Verbraucher, anhalten, desto stärker wird die Bordnetzbatte-  
rie entladen, was sich nachteilig u. a. auf die Lebensdauer der Bordnetzbatte-  
rie auswirkt, da die Anzahl der Lade- und Entladevorgänge (Zyklusfestigkeit) bei den bekannten Bordnetzbatte-  
rien beschränkt ist. Insbesondere im Stadtverkehr (Stop-and-Go) treten Phasen ungünstiger Betriebsbedingungen mit niedrigerer Generatordrehzahl verstärkt auf.

Im Prinzip ist es möglich den Generator so auszuliegen, daß er auch bei ungünstigen Bedingungen eine ausreichende Energieversorgung gewährleistet wird. Dies würde eine unerwünschte Gewichtszunahme und eine Verteuerung des Fahrzeuges bedeuten, da beide Größen proportional zur Leistungsfähigkeit des Generators sind.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Bordnetz für ein Kraftfahrzeug zu schaffen, das die oben genannten Nachteile nicht aufweist, das insbesondere eine Belastung der Bordnetzbatte-  
rie durch zyklisches Ent- bzw. Beladen weitgehend vermeidet.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale. Vorteilhafte Weiterentwicklung der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die wesentliche Idee der Erfindung besteht darin, ein herkömmliches Bordnetz für ein Kraftfahrzeug um einen DC/DC-Wandler mit nachgeschaltetem Superkondensator zu erweitern. Derartige Superkondensatoren sind auch als Doppelschicht-Kondensatoren (double-layer-Kondensatoren) oder Ultrakondensatoren bekannt.

Bei dem DC/DC-Wandler handelt es sich um einen bidirektionalen, variablen Wandler, d. h., beide Ausgangsspannungen können variabel geregelt werden. Durch geeignete Wahl der Ausgangsspannungen läßt sich steuern, ob der Superkondensator geladen oder entladen wird. Die Steuerung des Wandlers übernimmt ein entsprechendes Steuergerät. Durch Ansteuerung des DC/DC-Wandlers wird der Superkondensator bevorzugt im Schubbetrieb geladen.

Bei bestimmten ungünstigen Betriebsbedingungen kann diese im Superkondensator gespeicherte Energie dann dem Bordnetz wieder zur Verfügung gestellt werden. In diesen Phasen wird somit nicht die Bordnetzbatte-  
rie entladen, sondern die benötigte Energie wird aus dem Superkondensator entnommen.

Dadurch wird die zyklische Belastung der Bordnetzbatte-  
rie erheblich verringert. Insbesondere in Schubphasen kann die Bewegungsenergie des Fahrzeuges, wie bereits erwähnt, einfach in elektrische Energie umgewandelt werden. Beim Ladevorgang des Superkondensators wird der Generator stärker belastet und dadurch erhöht sich der Widerstand an der Kurbelwelle. Somit wird die Bremswirkung des Fahrzeuges einerseits verstärkt und die Bremsenergie wirkungsvoll umgesetzt.

Nachfolgend ist die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Die einzig dargestellte Figur zeigt ein Bordnetz eines Kraftfahrzeuges in schematischer Darstellung.

Das Bordnetz 10 eines nicht näher dargestellten Kraftfahrzeuges ist in ein Primärsystem 20 und ein Sekundärsystem 30 unterteilt. Das Primärsystem 20 besteht im wesentlichen aus den bekannten Komponenten eines herkömmlichen Bordnetzes. Ein vom Motor des Fahrzeuges angetriebener Generator G ist mit einer Last L und einer Bordnetzbatte-  
rie B verbunden. In der Last L sind schematisch alle Verbraucher im Fahrzeug zusammengefaßt.

Das Sekundärsystem 30 besteht im wesentlichen aus einem DC/DC-Wandler W und einem angeschlossenen Superkondensator K. Ein Ausgang A1 des DC/DC-Wandlers W ist mit den Pluspol (Klemme 30) des herkömmlichen Bordnetzes (Primärsystem 20) verbunden. Der Ausgang A2 des DC/DC-Wandlers W ist über eine Leitung L1 mit einem Pol des Superkondensators K verbunden. Der andere Pol des Superkondensators K liegt auf Masse. Beide Ausgänge des DC/DC-Wandlers A1 bzw. A2 sind jeweils über Leitungen LU1 bzw. LU mit einem Steuergerät S verbunden.

Das Steuergerät S ist weiterhin über eine Leitung L2 (Signal- oder Steuerleitung) mit dem Generator G verbunden. Diese Leitung ist gestrichelt eingezeichnet, da sie nicht unbedingt benötigt wird. Bei herkömmlichen Generatoren ist dies der DF-Ausgang.

Zur Ansteuerung des DC/DC-Wandlers dient eine Steuerleitung S1, die vom Steuergerät S zum DC/DC-Wandler W führt.

Nachfolgend ist die Funktionsweise der Erfindung näher beschrieben. Im Steuergerät S ist eine Unterscheidung zwischen Schub- und Zugbetrieb der Brennkraftmaschine möglich. Die hierzu notwendigen Informationssignale werden durch ein nicht dargestelltes, mit dem Steuergerät S jedoch verbundenen, Motorsteuergerät bereitgestellt. Befindet sich das Kraftfahrzeug im Schubbetrieb, so wird der DC/DC-Wandler W derart angesteuert, daß der Superkondensator K geladen wird. Hierzu wird die Ausgangsspannung U2 des DC/DC-Wandlers entsprechend eingeregelt. Ist der Superkondensator K vollständig geladen, so ist eine weitere Aufladung nicht mehr möglich.

Die im Superkondensator K gespeicherte elektrische Energie kann unabhängig vom Ladezustand des Superkondensators K durch entsprechende Steuerung der am Ausgang A1 anliegenden Spannung U1 abgegeben werden. Insbesondere in Phasen in denen der Generator G nicht die gesamte Energieversorgung des Bordnetzes bereitstellen kann, wird der DC/DC-Wandler W so vom Steuergerät S angesteuert, daß der Superkondensator K entladen wird. Dadurch wird eine Belastung der Bordnetzbatte-  
rie B weitgehend verhindert. Die Auslastung des Generators G wird im Steuergerät S über das an der Leitung L2 anliegende Signal erkannt. Ist diese Leitung L2 nicht vorhanden, so kann alternativ die Auslastung über die an der Leitung LU1 anliegende Spannung U1 ermittelt werden.

Eine weitere Situation in der das Laden des Superkondensators K von großem Vorteil ist, stellt der Betrieb der Brennkraftmaschine im Winter dar. Da bei winterlichen Bedin-

gungen im Kaltbetrieb unmittelbar nach dem Motorstart die Ladefähigkeit der Bordbatterie B stark begrenzt wird, wird in diesem Fall vorzugsweise der Superkondensator K geladen, um die gespeicherte Energie zu einem späteren Zeitpunkt auf die nunmehr durch die Motorabwärme angewärmte Bordnetzbatteie B abzugeben. Dies erlaubt ein effizientes Laden der Bordnetzbatteie B ohne große Verluste. Der Superkondensator K dient dabei als Energie-Zwischenspeicher.

Da ein Superkondensator die Energie nur ein für einen kurzen Zeitraum (Tage) speichern kann, ist das Entladen des Superkondensators K in das Primärsystem 20 oder in die Batterie B immer dann sinnvoll, wenn das Fahrzeug nach dem Motorstopp abgestellt wird.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Superkondensator K kennfeldabhängig zu laden. D. h. sobald sich die Brennkraftmaschine in einem ungünstigen Betriebszustand hinsichtlich Wirkungsgrad und Abgasverhalten befindet, wird der Superkondensator K geladen. Durch die zusätzliche Belastung der Brennkraftmaschine kann der Betriebspunkt der Brennkraftmaschine in Richtung eines verbesserten Betriebspunktes verlagert werden. Dadurch wird über das Laden des Superkondensators auch das Abgasverhalten der Brennkraftmaschine entscheidend beeinflusst. Der Ladevorgang wird hierbei wiederum vom Steuergerät 3 geregelt, das die entsprechenden Informationen vom Motorsteuergerät erhält.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Superkondensator dann zu laden, sobald der Generator G nicht ausgelastet ist.

In vorteilhafter Weise wird die Belastung des Verbrennungsmotors durch den Generator S in Beschleunigungsphasen des Fahrzeugs verringert, um dadurch eine bessere Fahrzeugbeschleunigung zu erhalten. Hierzu wird der DC/DC-Wandler W vom Steuergerät S so angesteuert, daß der Superkondensator K entladen wird. Je nach dem wieviel Energie im Superkondensator K gespeichert ist, kann dieser kurzfristig die gesamte Energieversorgung des Primärsystems 20 übernehmen. Dadurch wird der Generator G nicht belastet und es geht somit am Generator G keine Motorleistung verloren.

Die im Steuergerät S benötigten Informationen werden hierfür ebenfalls vom Motorsteuergerät geliefert.

In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Wechselrichter vorgesehen, der mit dem Generator G verbunden ist und es erlaubt den Generator G auch als Elektromotor zu betreiben. Die hierfür notwendigen Vorkehrungen sind dem Fachmann bekannt. Hierbei ist es möglich, die Fahrzeugleistung aufgrund der Motorleistung noch um eine Zusatzleistung durch den Betrieb des Generators G als Elektromotor zu verstärken. Die hierfür benötigte Energie wird in einfacher Weise aus dem Superkondensator K nach dem oben beschriebenen Verfahren entnommen.

Über die am Ausgang A2 anliegenden Spannung U2 wird der Ladezustand (Energieinhalt) des Superkondensators bestimmt. So kann z. B. beim Motorstart die im Superkondensator K noch gespeicherte Energie verwendet werden, um eine elektrische Katalysatorheizung zu betreiben. Dadurch wird der Aufheizvorgang des Katalysators verbessert. Die Belastung des Motors durch den Generator G wird entweder verringert oder wenn die gespeicherte Energie zusätzlich "verheizt" wird, die Anspringtemperatur (light-off) des Katalysators schneller erreicht. In beiden Fällen wirkt sich dies vorteilhaft auf die Schadstoffemission des Motors aus.

Der wesentliche Vorteil der Erfindung besteht darin, daß der Superkondensator K im Prinzip beliebige Lade- bzw. Entladezyklen durchlaufen kann und in einfacher Weise die ausreichende Energieversorgung des Primärsystems 20 ge-

währleisten kann.

#### Patentansprüche

1. Bordnetz für ein Kraftfahrzeug, mit einem Primärsystem bestehend aus einem Generator, eine Bordnetzbatteie und mindestens einem Verbraucher in Parallelschaltung, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sekundärsystem (30) zum Primärsystem (20) parallel geschaltet ist, das einen ansteuerbaren DC/DC-Wandler W aufweist, der mit einem Superkondensator K verbunden ist, wobei der Superkondensator K je nach Betriebszustand des Kraftfahrzeuges geladen bzw. entladen wird.
2. Verfahren zur Steuerung eines Bordnetzes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Superkondensator K bevorzugt in Schubphasen des Kraftfahrzeuges geladen wird.
3. Verfahren zur Steuerung eines Bordnetzes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Superkondensator K entladen wird, sobald die Bordnetzbatteie B nach dem Motorstart belastet wird.
4. Verfahren zur Steuerung eines Bordnetzes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Superkondensator K bei winterlichen Bedingungen unmittelbar nach dem Motorstart geladen wird und daß diese gespeicherte Energie zu einem späteren Zeitpunkt an die Bordnetzbatteie B abgegeben wird.
5. Verfahren zur Steuerung eines Bordnetzes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Superkondensator K nach dem Motorstop entladen wird, um die Energieversorgung nicht abgeschalteter Verbraucher im Primärsystem (20) aufrechtzuerhalten.
6. Verfahren zur Steuerung eines Bordnetzes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Superkondensator K kennfeldabhängig geladen wird, um durch die zusätzliche Belastung einen günstigeren Betriebspunkt des Verbrennungsmotors zu erreichen.
7. Verfahren zur Steuerung eines Bordnetzes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Superkondensator K in Beschleunigungsphasen des Fahrzeuges entladen wird, um dadurch die Belastung des Verbrennungsmotors durch den Generator G zu verringern.
8. Verfahren zur Steuerung eines Bordnetzes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Wechselrichter im Primärsystem (20) vorgesehen ist, der mit dem Generator G verbunden ist, wobei in Beschleunigungsphasen des Fahrzeuges der Generator G als Elektromotor betrieben wird, um die Fahrzeugleistung kurzfristig zu erhöhen.
9. Verfahren zur Steuerung eines Bordnetzes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Superkondensator K während der Startphase des Verbrennungsmotors entladen wird, um einen elektrischen Katalysator aufzuheizen.
10. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach den vorhergehenden Ansprüchen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

